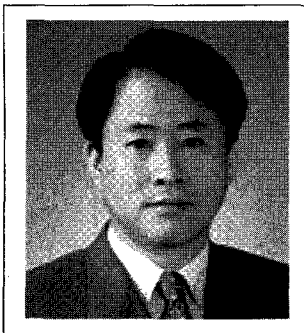


동해 방사성폐기물 투기영향

한·러·일 3국 공동조사 결과와 내용

이 모 성

한국원자력안전기술원 환경평가실장



옛소련 및 러시아의 방사성폐기물 동해투기와 관련하여 당사국인 한국·러시아·일본 등 3국은 공동조사단을 구성하여, 지난해 3월 18일~4월 16일까지 30일 동안 방사성폐기물 투기해역의 7개 정점에 대한 방사능오염도를 조사했다.

조사결과 투기해역의 해수·해저퇴적물·해양생물 중의 ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239, 240}\text{Pu}$ 함량은 방사능낙진 정도의 수준으로 나타나 아직까지는 뚜렷한 방사능오염이 없는 것으로 밝혀졌다. 다음은 그 조사결과와 내용이다.

93년 3월 러시아 정부의 방사성폐기물 해양투기에 관한 「러시아연방 보고서(야블로쿠프 보고서)」가 발표되면서, 러시아가 과거 30여년간 동해 등 주변 해역에 방사성폐기물을 투기해온 사실이 공식적으로 알려지게 되었다.

이 보고서에 따르면 옛소련과 러시아는 57년 이래 지금까지 북해와 동해를 비롯한 주변해역에 방사성 액체 및 고체폐기물을 투기하였다.

이중 극동지역에는 동해·호호츠크해 및 태평양의 10개 해역에 액체폐

기물 455.1TBq(12,300Ci), 고체폐기물 229.4TBq(6,200Ci)을 투기하였으며, 동해 6개 해역에 투기된 방사성폐기물 중에는 납용기로 포장된 원자력잠수함용 원자로 2기가 포함되어 있다.

이와 관련하여 우리나라와 일본 등 당사국은 러시아의 국제법 위반에 대한 항의와 함께 계획된 방사성폐기물의 해양투기 중지를 요청하였다.

한편 우리나라 정부는 94년 4월 및 10월에 긴급정부합동조사반을 편성하여 동해해안 인근해역의 방사능오

염을 조사한 결과 투기폐기물에 의한 영향이 없음을 확인하였다.

그러나 이 조사는 방사성폐기물 투기해역으로부터 먼 해역에서 행하여졌기 때문에, 대부분 러시아 경제수역인 투기해역의 투기폐기물에 의한 영향, 즉 장차 우리나라에 미칠 영향에 대해서는 미지인 상태였다.

따라서 정부는 러시아 및 일본과 일련의 연쇄회담을 통하여 방사성폐기물 투기해역에 대한 방사성물질의 오염실태조사를 제의하였으며, 한·러·일 3국은 94년 2월 러시아 블라

디보스토크에서 3국 정부간의 공동조사를 위한 합의문서에 서명하였다.

한·일·러 3국 공동의 동해 방사성폐기물 투기조사는 「러시아 극동수리기상연구소」 소속의 조사선 Okean호(4,000톤급)를 이용하여, 94년 3월 18일부터 4월 16일까지 30일간 동해의 방사성폐기물 투기해역에서 현장조사하였으며, 현장조사시 채취한 시료는 3국 및 분석결과의 신뢰성 평가를 위하여 참여한 IAEA가 공동으로 분석하여, 그 결과를 95년 7월 26일 3국이 공동으로 발표하였다.

옛소련 및 러시아의 폐기물투기 현황

옛소련 및 러시아 정부는 66년부터 91년까지 극동해역에 액체 및 고체 폐기물을 투기하였다.

폐기물량으로 볼 때 대부분의 액체 폐기물은 제7해역(캄차카반도 남동해안)에 투기되었고, 방사능량으로 보면 제9해역(동해)이 가장 높다.

대부분의 액체 방사성폐기물은 86~87년 사이에 투기되었으며, 극동해역에 투기된 액체 방사성폐기물의 총방사능량은 456TBq에 이른다.

한편 중저준위 고체 방사성폐기물은 86년부터 4개의 지정된 장소에 정기적으로 투기되었으며, 폐기물 부피 면에서 볼 때 제9해역(동해)이 가장 많고, 방사능량으로 볼 때는 캄차타카 남동해안 근처인 제8해역에 가장 많이 투기되었으며, 고체 방사성폐기물

의 총방사능량은 225TBq에 이른다.

이 방사능량은 6,868개의 용기, 38척의 선박 및 100개가 넘는 기타 대형 물체를 투기한 것 등이 포함되어 있다.

극동해역에 투기된 중저준위 고체 방사성폐기물 투기량을 보면, 방사능 총량면에서 볼 때 75년과 85년에 가장 많이 투기되었다.

또한 방사화 생성물이 존재하는 원자로 2기와 사용후연료가 포함되지 않은 원자로 1기가 극동해역에 투기되었으며, 그 방사능량은 4.3TBq이다.

이외에 350kg의 RTG 동력 공급원을 사할린 근처로 운반중이던 원자력 잠수함의 선상 방사능사고가 샤즈마만(Chazma Bay)에서 발생하여 방사성물질이 동해로 유입되었을 가능성을 고려하지 않으면 안될 것이다.

참고로 북극해에는 액체 방사성폐기물 770TBq, 중저준위 고체 방사성폐기물 590TBq, 사용후연료를 포함하는 원자로 85.1pBq, 사용후연료를 포함하지 않는 원자로 113.5pBq의 방사능이 투기되었으며, 이러한 방사능량은 동해 투기량에 비해 훨씬 많은 편이다.

런던협약

런던협약은 72년 채택되어 75년부터 발효되었으며, 옛소련은 76년에 가입하였다.

런던협약의 서명국은 인간건강을 위협하거나 해양의 생물자원과 해양생물을 손상시킬 수 있는 폐기물과 기타 물질의 투기에 의한 해양오염 방지를 위해 가능한 모든 조치를 취할 의무를 지니며, 중저준위 방사성폐기물의 해양투기는 적격한 국제기구에서 파견된 참관인이 투기작업 선박에 승선하고, 다음의 3가지 IAEA 요구사항을 준수하는 조건하에서 국제해사기구(IMO)에 통고하여, 특별허용된다.

3가지 요구사항은 △ 투기장소는 대륙붕단·내해 및 주변부 해역 이외이어야 하고, △ 투기지점의 수심은 4,000m 이상이어야 하며, △ 위도는 남·북위 50도 이내이어야 한다.

85년 런던협약 제9차 당사국협회의에서는 방사성폐기물 투기가 인간·해양환경·생물에 미치는 모든 영향에 대한 완전한 평가가 이루어질 때까지 모든 형태의 방사성폐기물 투기를 자발적으로 중지하자는 내용의 결의문을 채택하였다.

옛소련 및 러시아의 동해 방사성폐기물 투기는 이 런던협약을 위배한 것이다.

조사개요

동해 방사성폐기물 투기해역에 대한 조사는 <표 1>의 각 기관에서 참여하였으며, 조사자들은 한국 7명, 일본 9명, 러시아 20명 및 IAEA 1명의 전

〈표 1〉 각국의 조사 참가기관

국 가	참가기관
한 국	과학기술처, 수산청, 한국원자력안전기술원, 한국해양연구소
일 본	과기청, 수산청, 기상청, 해상보안청, 일본원자력연구소, 일본분석센터
러시아	타이푼, 러시아해군, 극동수리기상연구소
IAEA	해양환경실험실

문가들로 구성되었다.

러시아 블라디보스토크를 출발한 조사선은 일본 니가타항에서 한국 및 일본의 전문가를 태우고 장비를 실은 후, 니가타항을 출발하였다.

조사선은 방사성폐기물 투기해역 부근의 7개 지점 및 투기해역으로부

터 벗어난 비교해역 2개 지점에서 해수(표층수 및 심층수)·해저퇴적물 및 플랑크톤을 채취하였으며, 방사성 폐기물 투기량이 가장 많은 제9해역(N2 지점)에서는 방사능농도의 깊이 별 변화를 검토하기 위하여 200m, 500m, 750m, 1,000m 및 2,000m 깊이의 해수를 채취하였다(그림 1).

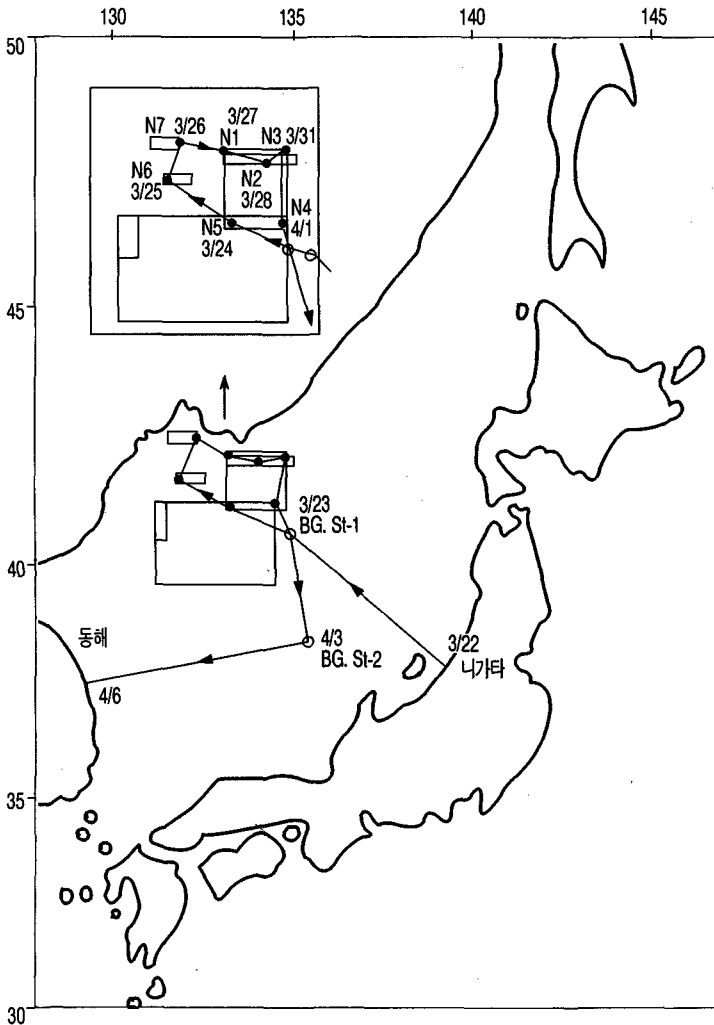
한편 어류는 투기 폐기물 해역 부근에서 조업중인 러시아 어선으로부터 입수하였으며, 각 조사지점에서는 시료채취 뿐만 아니라 해수온도 및 염분도 등의 해황에 대한 조사도 실시하였다.

또한 조사기간중 시료채취와 병행하여 사전 준비한 일본과 러시아의 측정장비를 이용하여, 표층수 및 해저토 중 감마핵종을 선상에서 직접 측정하였다.

한·일·러 3국은 해수중의 방사성 핵종을 포집하기 위하여 각국 나름대로 준비한 특수 포집제에 대량의 해수를 통과시켜 그 포집제에 대한 감마핵종분석도 실시하였다.

조사단은 선상 조사결과를 1차로 시료채취, 시료전처리 및 선상에서 간이측정방법을 이용한 각 투기지점의 표층수 및 해저퇴적물 중의 방사능농도 측정결과로 구분·정리하여 선상 예비보고서를 작성, 4월 6일 동해항에 입항시 한국과 일본에서 동시에 발표하였다.

조사의 준비·진행 및 결과에 대한 평가·검토 등 전과정에 걸쳐, 한국·



〈그림 1〉 방사성폐기물 투기 조사항로 및 조사지점

일본·러시아 및 IAEA의 전문가들은 매우 우호적이며 협조적인 분위기 속에서 한마음이 되어 조사를 수행하였다.

시료채취

1. 해수 시료채취 및 전처리

가. 표층수

표층수는 양수펌프로 해수를 양수하고 이를 여과장치를 거쳐서 입자성 부유물을 제거하였다.

여과된 해수에는 금속 방사성핵종이 용기 벽에 부착되는 것을 방지하기 위하여 20l 들이 플라스틱 용기(Cubitainer)에 40ml씩 진한 HCl을 첨가하였다.

여과지에 걸린 입자성 부유물은 냉동보관하였다.

나. 심층수

심층수는 300l 대용량 채수기를 사용하여 지정된 수심에서 3회 이상 채수하고, 매회 채취된 해수는 3국 및 IAEA가 균등하게 배분하기 위하여 500l 용 플라스틱 용기 2개에 절반씩 나누어 분배하였으며, 각국에 120~160l씩 할당하였다.

2. 해저퇴적물 시료채취 및 전처리

각 정점에서 개선한 피터슨 그랩 채취기(Petersen grab sampler)를 이용하여 해저퇴적물을 채취하였다.

대체로 해저표면 단면적 0.25m², 깊이 10~15cm의 해저퇴적물을 채

취하였다.

채취한 퇴적물의 표면을 육안으로 검사한 후 표층에서 3~5cm 깊이까지의 표층퇴적물과 그 이하 깊이의 하부퇴적물로 구분하여 각각 혼합한 후 3국 및 IAEA에 각각 분배하였다.

분배된 퇴적물은 냉동보관하였다.

방사능분석방법

1. 감마핵종

해수시료는 Pu, Cs, Sr의 연속분리를 위해 대형 혼합조에서 ²⁴²Pu, Cs 안정동위원소, ⁸⁵Sr 및 Sr 안정동위원소를 첨가하여, 1차로 Pu의 분리를 위해 망간공침을 시켜 분리하고, 남은 해수에 AMP(Ammonium Phosphomolybdate)로 Cs를 분리하고, 마지막으로 남은 해수에서 Oxalate 공침으로 Sr을 회수하였다.

회수된 AMP 공침물을 NaOH용액으로 녹여 가열하여 AMP를 분해시킨 후에 AMP 1g으로 재공침하여 NaOH용액에 녹여 고순도 게르마늄(HPGe) 감마 검출기로 ¹³⁷Cs 등을 측정하였다.

해저퇴적물은 105℃로 건조시켜 곱게 빻아 고순도 게르마늄(HPGe) 감마 검출기로 측정하였다.

무게는 염분 및 수분에 대하여 보정하였다.

2. 베타핵종

해수의 ⁹⁰Sr을 측정하기 위하여

Oxalate 침전을 원심분리하여 진한 질산으로 가열판에서 녹여 Sr(NO₃)₂를 회수하여 녹인 후에 철공침으로 정제하고, 다시 SrCO₃로 침전시키고 이를 녹여 Y 안정동위원소를 첨가하여 약 20일 이상 보관하여 ⁹⁰Sr과 ⁹⁰Y을 방사평형시켰다.

Y을 수산화물로 침전시켜 Sr으로부터 분리하여 양이온교환수지(Dowex 50×8, 100~200mesh, H⁺ form)판에서 정제분리하여 Oxalate 침전을 만들어 베타 검출기로 측정하여 계산하였다.

건조·분쇄한 퇴적물 시료는 ²⁴²Pu, ⁸⁵Sr과 Sr 안정동위원소를 넣고 염산이나 질산으로 가열판 위에서 우려내어, 철공침으로 Pu 부분을 분리하고 그 여액으로 Oxalate 침전을 만들고 이후는 해수와 같은 과정으로 측정하였다.

3. 알파핵종

해수의 망간 공침물을 8M 질산에 녹여 NaNO₂를 가한 다음 음이온교환수지(AG 1×8, 100~200mesh)판에서 분리하여 스테인리스판에서 전기정착시켜 알파계수기로 측정하였다.

해저퇴적물은 철공침물을 해수에서와 같은 방법으로 처리·측정하였다.

해수 여과지는 건조시켜 500℃로 회화시킨 후에 ²⁴²Pu를 첨가하고 진한 질산으로 가열판에서 우려낸 후에 철공침을 시켜 해저퇴적물과 같은 방법

으로 처리·측정하였다.

방사능분석결과

방사성폐기물 투기해역에서 채취한 해수·해저퇴적물·플랑크톤·어류에 대한 한·일·러 및 IAEA의 방사능 분석결과를 종합, <표 2>~<표 5>로 정리하였다.

각각의 표에서 극동해역에 대한 과거자료는 82년부터 92년까지 극동해역에서 수행된 방사능조사결과이다.

이 자료는 방사성폐기물 투기해역에서의 방사성폐기물에 의한 방사능 영향을 평가하기 위한 기준자료로 사용되었다.

1. 해 수

대부분 조사지점의 표층수 및 저층수 중 ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs 및 ^{239, 240}Pu 농도는 과거 10여년간 극동해역에서 조사된 낙진 방사능준위와 유사한 값을 나타내었고, 정점 N5의 저층수에서의 용존 ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ^{239, 240}Pu만이 다른 정점보다 약간 높았다.

정점 N2에서의 해수 중 ⁹⁰Sr 및 ¹³⁷Cs은 수심이 증가함에 따라 선형적으로 감소하여 심층에서는 약 0.6mBq/l 정도로 거의 비슷한 분포를 나타내었다.

^{239, 240}Pu 분포는 750m 수심에서 최대값 39.8μBq/l이 나타났으며, 이들 핵종의 수직분포 양상은 북태평양에

<표 2> 해수중의 방사능

구 분		⁹⁰ Sr(mBq/l)	¹³⁷ Cs(mBq/l)	^{239, 240} Pu(μBq/l)
3국공동조사	투기 해역	0.4~2.0* (ND~2.7)**	0.6~3.6 (ND~5.5)	8~29 (3.5~39.8)
과거자료 (82~92)	극동 해역	ND~10	ND~21	ND~109

ND : 순 계수치가 계수오차의 3배 이하
* : 한·일·러 3국 측정 방사능 평균농도의 범위
** : 한·일·러 3국 측정 방사능농도의 범위

<표 3> 해저퇴적물 중의 방사능(Bq/kg-dry)

구 분		⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	^{239, 240} Pu
3국공동조사	투기 해역	< 0.04~0.2* (ND~0.85)**	< 0.2~2.8 (ND~3.4)	< 0.004~1.0 (ND~1.2)
과거자료 (82~92)	극동 해역	ND~1.1	ND~35	ND~2.3

ND : 순 계수치가 계수오차의 3배 이하
* : 한·일·러 3국 측정 방사능 평균농도의 범위
** : 한·일·러 3국 측정 방사능농도의 범위

<표 4> 플랑크톤의 방사능

구 분		¹³⁷ Cs(Bq/kg-fresh)	^{239, 240} Pu(Bq/kg-dry)
3국공동조사	한 국	-	0.08~0.39
	일 본	ND(< 0.44)	-
과거자료 (82~92)	극 동 해 역	ND	0.16~0.48

ND : 순 계수치가 계수오차의 3배 이하

<표 5> 어류의 방사능(Bq/kg-fresh)

구 분		⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	^{239, 240} Pu
3국공동조사	한 국	< 0.01	0.10~0.25	< 0.0004~0.017
	일 본	< 0.17	< 0.07~0.29	0.0003~0.010
과거자료 (82~92)	극 동 해 역	ND~0.28	ND~1.6	ND~0.21

ND : 순 계수치가 계수오차의 3배 이하

서의 수직분포 양상과 동일하였다.

부분 검출한계치 이하였고, 몇개 시료에서만 1.5~2.7Bq/kg의 범위를 나타내었으며, 대륙사면에 위치한 정점 N7에서 가장 높게 나타났다.

2. 해저퇴적물

해저퇴적물 중 ¹³⁷Cs은 극히 낮아 대

⁹⁰Sr은 ¹³⁷Cs의 약 1/10 정도인 낮은 값을 나타내었다.

^{239, 240}Pu의 범위는 11~856mBq/kg이고 평균은 163±269mBq/kg이었으며, 일반적으로 해양분지 퇴적물에서 낮고 정점 N7과 같은 대륙사면 퇴적물에서 높게 분포하였다..

대륙사면은 분지보다 퇴적물이 2배 이상 높으므로 친 입자성 방사능핵종의 함량이 높은 것은 일반적인 현상이다.

3. 생물시료중의 방사능

플랑크톤의 방사능은 한국과 일본에서 분석하였는데, 분석결과는 극동해역에서의 과거자료와 유사한 준위로 투기 방사성폐기물에 의한 영향은 나타나지 않았다.

정점 N7에서 어로 작업중인 어선으로부터 입수한 어류와 새우 중 ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ^{239, 240}Pu 함량을 조사한 결과 ¹³⁷Cs은 0.1~0.3Bq/kg, ⁹⁰Sr은

5~90mBq/kg, ^{239, 240}Pu은 0.1~17.3mBq/kg으로 과거 10여년간 극동해역에서 조사한 방사능과 유사한 수준이었다.

4. 교차분석결과

〈표 6〉은 표준인증물질 IAEA-135 해저퇴적물의 교차분석결과, 〈표 7〉에는 국제원자력기구 해양환경실험실(IAEA-MEL)에서 N2 정점에서 채취·처리하여 분배한 해저퇴적물 교차분석시료에 대한 분석결과를 정리한 것이다.

모든 핵종들에 대한 분석결과가 IAEA에서 제시한 신뢰구간과 일치하고 있다.

〈표 7〉에서 보는 바와 같이 IAEA에서 준비한 N2 해저퇴적물의 방사능 농도는 매우 낮아 한국과 일본의 경우 ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr 농도는 검출하한치 이하였다.

천연 방사성핵종에 대한 한국·일본 및 러시아의 분석결과는 상호간 일치하는 결과를 나타내었다.

^{239, 240}Pu의 경우도 ¹³⁷Cs 및 ⁹⁰Sr과 마찬가지로 방사능농도가 매우 낮아 검출하한치를 겨우 상회하는 정도로 한국의 분석결과는 일본에 비해 약 1/2 정도 낮은 값을 나타내었다.

〈표 6〉 IAEA-135 해저토 시료에 대한 교차분석결과(Bq/kg)

핵종	한국(KINS)	일본	러시아	신뢰구간
⁶⁰ Co	4.46	4.2~4.3	4.9	4.6~5.1
¹²⁵ Sb	-	8.6~9.0	-	8.2~11
¹³⁶ Cs	5.22	3.8~4.3	5.4	4.8~5.5
¹³⁷ Cs	1,084	1,057~1,135	1,100	1,086~1,150
¹⁵⁴ Eu	6.10	5.9~6.3	-	6.4~7.1
¹⁵⁵ Eu	5.15	5.3~5.6	5.2	5.1~6.1
⁴⁰ K	558	540~556	566	552~570
⁹⁰ Sr	63.2	63.2	-	58~74
²³⁸ Pu	41.3	45	-	41.6~45
^{239, 240} Pu	207	220	-	205~225.8
²³⁴ U	12.1	-	-	11.7~18.5
²³⁸ U	11.6	-	-	11.3~18.1

- : 방사성핵종이 검출되지 않음

〈표 7〉 N2 지점의 해저토에 대한 교차분석결과(Bq/kg)

국명	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	²⁰⁸ Tl	^{239, 240} Pu	²¹⁴ Bi	²²⁶ Ac	^{234m} Pa	⁴⁰ K
한국								
KINS	< 0.1	ND	47.3	0.009	75.8	143	-	1,163
KORDI	< 0.14	-	-	0.007	-	-	-	1,176~1,200
일본								
러시아								
Lab.1	-	-	-	-	75~76	156~158	-	1,253~1,270
Lab.2	-	< 1.3	-	-	78~85	119~128	-	1,060~1,100

ND: 순 계수치가 계수오차의 3배 이하

결론

대부분 조사지점의 표층수 및 저층수 중 ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs 및 ^{239, 240}Pu 농도는 방

사능낙진 준위와 유사한 값을 나타내었고, 정점 N5의 저층수에서 용존 ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ 의 함량은 다른 정점보다 약간 높았다.

정점 N2에서의 해수 중 ^{90}Sr 및 ^{137}Cs 농도는 수심이 증가함에 따라 선형적으로 감소하여, 심층에서는 약 $0.6\text{mBq}/\text{kI}$ 정도로 거의 비슷한 분포를 나타내었다.

또한 $^{239,240}\text{Pu}$ 의 함량의 분포는 750m 수심에서 최대값 $39.8\mu\text{Bq}/\text{l}$ 이 나타났으며, 이들 핵종의 수직분포 양상은 북태평양에서의 수직분포 양상과 동일하였다.

해저퇴적물 중 ^{137}Cs 농도는 극히 낮아 대부분 검출한계치 이하였고, 수개 시료에서만 $1.5\sim 2.7\text{Bq}/\text{kg}$ 의 농도범위를 나타내었으며, 대륙사면에 위치한 정점 N7에서 가장 높게 나타났다.

한편 ^{90}Sr 함량은 ^{137}Cs 농도의 약 1/10 정도인 낮은 값을 나타내었다.

$^{239,240}\text{Pu}$ 의 농도범위는 $11\sim 856\text{mBq}/\text{kg}$ 이고, 평균은 $163\pm 269\text{mBq}/\text{kg}$ 이었으며, 일반적으로 해양분지 퇴적물에서 낮고 정점 N7과 같은 대륙사면 퇴적물에서 높게 분포하였다.

정점 N7에서 어로 작업중인 어선으로부터 입수한 어류와 새우 중 ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ 함량을 조사한 결과 ^{137}Cs 은 $0.1\sim 0.3\text{Bq}/\text{kg}$, ^{90}Sr 은 $5\sim 90\text{mBq}/\text{kg}$, $^{239,240}\text{Pu}$ 은 $0.1\sim 17.3\text{mBq}/\text{kg}$ 이다.

전체적으로 동해북부·옛소련 및



비닷속의 환경조사시료를 채집·측정하는 모습

러시아 방사성폐기물 투기해역의 해수·해저퇴적물·해양생물중의 ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ 함량은 방사능낙진 수준으로 러시아 방사성폐기물 투기에 따른 방사능오염은 뚜렷하게 나타나지 않았다.

방사성폐기물의 해양투기와 관련한 국제공동의 해양방사능조사는 우리나라에서 최초로 실시된 것으로서 해양방사능조사계획의 수립, 해양시료 채취 및 해양시료에 대한 방사능분석기술 등이 이번 조사를 계기로 개발된 것에 대해 매우 의미있는 일이라 하겠다.

이들 해양방사능조사기술은 해양방사능자료 등의 조사, 해양방사능영향 등을 보다 정확하게 평가하는 등 해양환경 방사선보전을 위한 활동에 활용될 것이다.

최근 극동아시아지역에서는 원자력 산업이 활발한데 이들 원자력산업의 대부분이 냉각수로 해수를 사용하기 때문에, 해양의 방사선환경영향 등은 계속 감시·평가할 필요가 있다.

이번 조사를 통해 확보된 해양방사능자료는 극동아시아지역의 원자력산업에 대한 방사선환경영향평가의 기준으로 활용될 수도 있을 것이다. ☞